



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 03 561 A 1

51 Int. Cl.⁶:
F 16 H 59/42

21 Aktenzeichen: 197 03 561.2
22 Anmeldetag: 31. 1. 97
43 Offenlegungstag: 6. 8. 98

DE 197 03 561 A 1

71 Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:
Dobler, Siegfried, 88085 Langenargen, DE; Mayer,
Karl, 88069 Tettnang, DE; Wolz, Udo, 88045
Friedrichshafen, DE

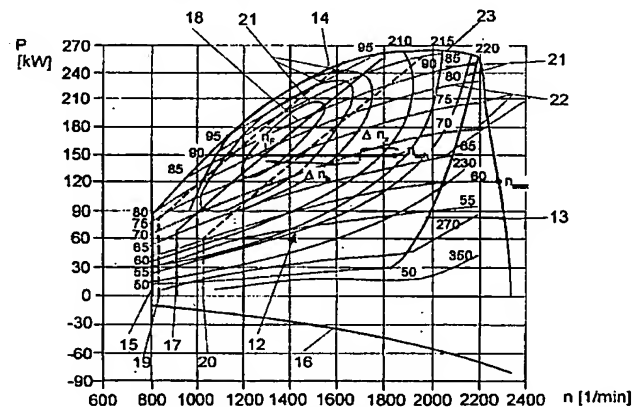
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 34 15 596 C2
DE 44 11 940 A1
DE 43 12 415 A1
EP 04 74 401 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Einrichtung zum Auswerten von Fahrzeug-, Antriebs- und Betriebsparametern

57 Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Auswerten von Fahrzeug-, Antriebs- und Betriebsparametern eines Fahrzeugs, um eine Übersetzung eines Getriebes nach vorgegebenen Rechenregeln, Kenngrößen oder Kennfeldern mittels eines Mikroprozessors auszuwählen und einzustellen, wobei aus einer der Fahrgeschwindigkeit entsprechenden Drehzahl eines Antriebsstrangs mit Motor und Getriebe eine Beschleunigung des Fahrzeugs rechnerisch ermittelt wird. Es besteht die Aufgabe, für unterschiedliche Getriebetypen eine einheitliche Einrichtung zu schaffen, die für die Auswahl einer Übersetzung und die Schaltung nur wenige, auf das Fahrzeug abzustimmende Parameter benötigt. Dies wird dadurch erreicht, daß jedem Übersetzungsbereich eine Mindestverweilzeit (Δt_p) zugeordnet ist. Jedem Übersetzungssprung (Δi_g) ist ferner eine Verstellzeit (Δt_z) zugeordnet, die durchschnittlich erforderlich ist, um das Getriebe um einen Übersetzungssprung (Δi_g) zu verstellen. Aus der Mindestverweilzeit (Δt_p) und der Verstellzeit (Δt_z) wird unter Berücksichtigung der Fahrzeugbeschleunigung (a) eine Drehzahländerung (Δn_b , Δn_z) des Motors während dieser Zeiten errechnet. Der zu schaltende Übersetzungssprung (Δi_g) wird aus einer Solldrehzahl (n_{sol}) bzw. einer Schaltdrehzahl (n_{sch}) ermittelt und geschaltet, wenn die Istdrehzahl (n_{ist}) die Schaltdrehzahl (n_{sch}) erreicht bzw. überschreitet.



DE 197 03 561 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Auswerten von Fahrzeug-, Antriebs- und Betriebsparametern mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Der Wunsch nach größerer Wirtschaftlichkeit bei sehr guter Fahrbarkeit verlangt, bei Kraftfahrzeugen die Fahrzeugbetriebsbedingungen besser den günstigsten Betriebsbereichen eines Antriebsmotors in seinem Kennfeld zuzuordnen. Dies wird durch vielstufige oder stufenlose Getriebe mit einem großen Übersetzungsbereich erreicht. Um die Vorteile ausnutzen zu können, muß das Getriebe optimal geschaltet bzw. verstellt werden, was hohe Anforderungen an den Fahrer stellt. Betrachtet man das stufenlose Getriebe als ein Getriebe mit unendlich vielen Stufen, können in der Regel die für Stufengetriebe geltenden Überlegungen auch auf stufenlose Getriebe analog übertragen werden. Aus Gründen der Einfachheit wird daher in den folgenden Ausführungen vornehmlich auf Stufengetriebe Bezug genommen und die hierzu passende Terminologie verwendet.

Um den Fahrer zu entlasten und den Fahrkomfort zu erhöhen, werden immer mehr Fahrzeuge angeboten, die einen vollautomatisierten Antriebsstrang haben, bestehend aus einem Motor, einem Anfahrlement, z. B. einer Kupplung und/oder einem Wandler, einem Getriebe mit verschiedenen Übersetzungen und einer Antriebsachse mit Rädern.

Ein Teil der Automatisierung besteht darin, für den jeweiligen Betriebszustand des Fahrzeugs eine günstige Übersetzung auszuwählen und den richtigen Schaltzeitpunkt zu bestimmen. Gleichzeitig soll berücksichtigt werden, daß die Wirtschaftlichkeit und der Fahrkomfort nicht durch zu häufiges Schalten beeinträchtigt werden.

Bekannte, selbsttätig schaltende Stufenwechselgetriebe für Kraftfahrzeuge werden vorrangig in Abhängigkeit von Drehzahlen, die der Fahrgeschwindigkeit proportional sind, und von Lastzuständen, z. B. der Stellung eines Fahrpedals oder Gaspedals bei Leerlauf, Teillast, Vollast oder Kick-down, selbsttätig im Bereich der zur Verfügung stehenden Gänge geschaltet. Um die Anzahl der Schaltungen zu reduzieren, kann der Fahrer über einen Wählschalter Gänge im oberen oder unteren Bereich von der Schaltfolge ausschließen, z. B. bei Bergfahrt oder im Winterbetrieb.

Es ist bekannt, DE 32 47 658 A, die Anzahl der Gänge nicht nur im oberen Bereich, sondern auch gleichzeitig im unteren Bereich durch einen weiteren Wählhebel vom automatischen Schalten auszuschließen. Dies ist besonders günstig bei Leerfahrten oder Fahrten mit Teilbelastung. Allerdings führt die reduzierte Anzahl automatisch schaltbarer Gänge zu einer schlechteren Anpassung an den wirtschaftlichen Bereich des Motors.

Es ist ferner bekannt, ATZ 85 (1983) 6, S. 393 ff, daß eine Mikroprozessorelektronik nach einem vorgegebenen Rechenprogramm den zu schaltenden Gang bestimmt. Wird in einem Schaltkennfeld eine Hoch- oder Rückschaltkennlinie erreicht, löst die Elektronik einen entsprechenden Schaltvorgang aus. Während des Schaltvorgangs wird das Drehmoment des Motors reduziert, um die Reibelemente geringer zu belasten und den Schaltkomfort zu verbessern. Für verschiedene Fahrsituationen sind mehrere Programme vorgesehen, die verschiedene Schaltkennfelder haben. Dabei kann zwischen den einzelnen Schaltkennfeldern automatisch gewechselt werden. Ferner ist es möglich, die Schaltkennlinien in Abhängigkeit von Betriebsparametern zu adaptieren.

Für Nutzkraftfahrzeuge werden häufig vielstufige Schaltgetriebe verwendet, die mit einer Zugkraftunterbrechung geschaltet werden. Es ist eine Steuereinrichtung zum selbsttätigen Schalten von vielgängigen Stufenwechselgetrieben

bekannt, EP 0 255 519 B1, bei der Schaltpunkte in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Momentanforderung (Gashebelstellung) und der aus den Drehzahlen der Getriebeabtriebswelle ermittelten Beschleunigung festgelegt werden. Die Beschleunigung ist in sechs Bereiche eingeteilt, und zwar in eine starke Verzögerung, eine geringe Verzögerung, eine konstante Fahrt, eine geringe Beschleunigung, eine mittlere Beschleunigung und eine große Beschleunigung. Rechnerisch wird die Verzögerung als negative Beschleunigung betrachtet.

Ferner ist die Gaspedalstellung in drei Bereiche eingeteilt, und zwar in einen Leergasbereich, eine Mittelstellung und einen Vollgasbereich. Zu jedem Bereich der Gaspedalstellung ist ein Beschleunigungsbereich zugeordnet, so daß sich unter diesen Voraussetzungen achtzehn Schaltpunkte ergeben. Die Schaltbedingungen für die Schaltpunkte werden in Tabellen festgehalten, wobei die Werte empirisch oder rechnerisch ermittelt werden. Je nach der Anzahl der verwendeten Fahrprogramme sind mehrere Tabellen erforderlich. Die für die Getriebeschaltung erforderlichen Kennfelder und Tabellen müssen an jeden Fahrzeugtyp und Antriebsstrang angepaßt werden. Dies ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden, da nicht selten mehr als 3000 Daten abgeglichen werden müssen. Ferner sind die Übergänge zwischen den vielen unstetig gestuften Schaltbedingungen kritisch, da leicht Interaktionen entstehen können, was sich sehr ungünstig auf die Fahrbarkeit des Fahrzeugs auswirkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung für die Auswahl der Getriebeübersetzungen zu schaffen, die für verschiedene, automatisch verstellbare Getriebe einheitlich anwendbar ist und weniger Abstimmungsparameter verlangt. Sie wird mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs gelöst.

Die Erfindung ist für alle Fahrzeuge mit einem voll- oder teilautomatisierten Antriebsstrang, bestehend aus einem Motor mit oder ohne Anfahrlement, z. B. eine Kupplung und/oder einen Wandler, aus einem Getriebe mit verschiedenen Übersetzungen und einer Antriebsachse mit Fahrzeugrädern geeignet. Dabei kann das Getriebe sowohl ein stufenloses Getriebe, als auch ein gestuftes Getriebe sein, das mit Zugkraftunterbrechung oder unter Last geschaltet wird.

Für jede Übersetzung bzw. für jeden Übersetzungsbereich ist eine Mindestverweilzeit vorgegeben, während der die Übersetzung nicht verstellt wird, es sei denn, die Fahrzeugbeschleunigung ist so groß, daß während dieser Zeit eine obere oder untere Schaltgrenzdrehzahl erreicht wird.

Ferner ist eine adaptiv anpaßbare Verstellzeit, Schaltzeit, vorgegeben, die durchschnittlich erforderlich ist, um das Getriebe von einer Übersetzung zu einer anderen Übersetzung zu verstellen. Unter Berücksichtigung der Fahrzeugbeschleunigung wird aus der Mindestverweilzeit und der Verstellzeit eine zugehörige Drehzahländerung des Motors errechnet, aus der eine Soll-drehzahländerung bestimmt wird. Schließlich wird eine Schaltdrehzahl als Funktion der Soll-drehzahländerung, einer minimalen bzw. maximalen und einer ökonomisch optimalen Betriebsdrehzahl eines Motors berechnet. Die Schaltdrehzahl liegt im Motorkennfeld zwischen einem ökonomischen Betriebsbereich und einer unteren bzw. oberen Drehzahlgrenze des Motors. Das Verhältnis der optimalen Betriebsdrehzahl zur Schaltdrehzahl ist gleich dem Verhältnis der Sollübersetzung zur Istübersetzung. Der Übersetzungssprung bzw. die neue Übersetzung wird geschaltet, um den Betriebspunkt des Motors bei möglichst gleicher Leistung in den ökonomischen Bereich zurückzuführen, und zwar sobald die Ist-drehzahl die Schaltdrehzahl erreicht oder überschreitet.

Da die wesentlichen Einflußparameter durch Rechenregeln miteinander verknüpft sind, ergeben sich lückenlose,

eindeutige Auswertergebnisse, wobei sich die Anzahl der abzustimmenden Parameter etwa um den Faktor 10 verringert. Es ist zweckmäßig, die Mindestverweilzeit entsprechend unterschiedlicher Fahrzustände mit vorgegebenen Faktoren zu multiplizieren. Z. B. kann die Mindestverweilzeit bei einer Kick-down-Rückschaltung mit dem Faktor 1,4 und bei einer Schubrückschaltung mit dem Faktor 0,2 multipliziert werden. Diese Faktoren gelten nicht allgemein, sondern müssen auf den jeweiligen Fahrzeugtyp empirisch abgestimmt werden oder adaptiv nach einem Optimierungskriterium.

Ist der Übersetzungssprung bestimmt, wird geschaltet, sobald die Istdrehzahl die ermittelte Schaltdrehzahl erreicht oder überschreitet, und zwar nach unten bezüglich einer Rückschaltung und nach oben, wenn hochgeschaltet werden soll. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die minimale und maximale Betriebsdrehzahl des Motors noch nicht erreicht ist und der Motor im neuen Betriebspunkt eine für die Beschleunigung des Fahrzeugs ausreichende Überschußkraft hat. Ist die Beschleunigung so groß, daß eine maximale oder minimale Betriebsdrehzahl erreicht wird, wird sofort hoch- bzw. zurückgeschaltet. Aus Sicherheitsgründen ist es zweckmäßig, einen Sicherheitsabstand von den maximalen bzw. minimalen Betriebsdrehzahlen einzuhalten.

Nähere Einzelheiten und Vorteile werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben.

In der Beschreibung und in den Ansprüchen sind zahlreiche Merkmale im Zusammenhang dargestellt und beschrieben. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu weiteren sinnvollen Kombinationen zusammenfassen.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Schema einer Antriebsstrangregelung,

Fig. 2 ein Motorkennfeld,

Fig. 3 ein Schaubild über Mindestverweilzeiten und Drehzahländerungen in verschiedenen Übersetzungsstufen,

Fig. 4 ein Schaubild über Schaltzeiten,

Fig. 5 ein Motorkennfeld mit einer Zughochschaltung und

Fig. 6 ein Motorkennfeld mit einer Zugrückschaltung.

Ein Antriebsstrang 1 weist einen Motor 2, ein Anfahrlelement, z. B. eine Kupplung bzw. einen Wandler 3 und ein Getriebe 4 auf. Das Getriebe 4 kann ein stufenloses oder ein gestuftes sein, das mit Zugkraftunterbrechung und/oder unter Last geschaltet wird. Ein Mikroprozessor 8 regelt die Antriebseinheiten 2, 3 und 4 des Antriebsstrangs 1 abhängig von Betriebsparametern 5, Antriebsparametern 6 und Fahrzeugparametern 7 und erzeugt nach vorgegebenen Rechenregeln, Kenngrößen und Kennfeldern Ausgangssignale für Stellglieder 9 des Motors 2, für Stellglieder 10 der Kupplung 3 und Stellglieder 11 des Getriebes 4. Zu den Betriebsparametern 5 gehören z. B. die Position eines Fahrpedals, in der Regel eines Gaspedals, deren Veränderung während einer Zeitspanne sowie die Beschleunigung der Fahrpedalbetätigung und Brems- und Lenksignale. Zu den Antriebsparametern 6 gehören die Position eines Kraftstoffzumeßorgans oder ein Lastsignal, eine Motordrehzahl, eine Zündwinkelleistung, eine Temperatur, z. B. Kühlmitteltemperatur, Aggregattemperatur, usw. Zu den Fahrzeug- und Getriebeparametern 7 gehören eine Position des Wählhebels bzw. einer Verstell- oder Schalteinrichtung des Getriebes 4, eine Fahrgeschwindigkeit oder eine mit dieser zusammenhängende Drehzahl im Antriebsstrang, Längs- und Querbewegungsbeschleunigungen, Beladungszustände, Fahrwiderstände und Temperaturen.

In Fig. 2 ist ein Kennfeld eines Motors 2 dargestellt, und

zwar eines Dieselmotors. Über der Motordrehzahl n ist die Motorleistung P in kW aufgetragen. Selbstverständlich können auch Motoren mit anderen Brennverfahren und Kennfeldern verwendet werden.

Ein Betriebsbereich 12 des Motors 2 ist nach rechts begrenzt durch eine Linie 13 der maximalen Betriebsdrehzahl, nach oben durch eine Linie 14 der maximalen Leistung, nach links durch eine Linie 15 der minimalen Betriebsdrehzahl, die z. B. der Leerlaufdrehzahl oder einer unteren Rundlaufdrehzahl des Motors 2 entspricht, und nach unten durch eine Schubleistungslinie 16. Ferner sind in das Schaubild Linien 21 eingetragen, die Punkte mit einem gleichen spezifischen Kraftstoffverbrauch verbinden. Die Zahlen an den Linien 21 geben den Kraftstoffverbrauch in g/kWh an.

Punktierte Linien 22 kennzeichnen Punkte gleicher Fahrpedalstellung oder einer Stellung eines Kraftstoffzumeßorgans, das mit dem Fahrpedal verbunden ist. Die Zahlen an der Kurvenschar 22 geben den Prozentsatz bezogen auf die maximale Stellung des Fahrpedals an. Die Linien 13 bis 22 werden aus Meßwerten des Motorenherstellers berechnet und sind in einem Speicher des Mikroprozessors 8 gespeichert. In dem Speicher sind ferner Fahrzeugdaten, z. B. das Gewicht (Masse m), die Getriebeübersetzungen i_g , Getriebeübersetzungsgrade, Mindestverweilzeiten Δt_F und Schaltzeiten Δt_z gespeichert.

In das Kennfeld ist ferner ein ökonomischer Fahrbereich 18 mit einer Fahrlinie 17, einer unteren Begrenzung 19 und einer oberen Begrenzung 20 eingezeichnet. Die Fahrlinie 17 verbindet Betriebspunkte mit minimalem spezifischen Kraftstoffverbrauch. Im allgemeinen ist man bestrebt, den Motor bei den unterschiedlichen Fahrbedingungen in der Nähe der Fahrlinie 17 innerhalb des Fahrbereichs 18 zu betreiben. In vielen Situationen ist jedoch der Verbrauch gegenüber der Fahrbarkeit von untergeordneter Bedeutung, z. B. im Kick-down- oder Bremsbetrieb. Hier steht eine maximale Antriebs- bzw. Bremsleistung im Vordergrund. Besonders wenn primäre Bremsen eingesetzt werden, ist die Motordrehzahl n für die Bremsleistung von entscheidender Bedeutung. Im übrigen wird folgende Fahrstrategie angewendet:

Zunächst werden für jede Übersetzung i_g Mindestverweilzeiten Δt_F festgelegt. Fig. 3 zeigt beispielhaft Mindestverweilzeiten Δt_F für ein 16-Ganggetriebe in Sekunden. Die angestrebten Mindestverweilzeiten Δt_z nehmen vom kleinsten Gang 1 mit der größten Übersetzung i_g bis zum höchsten Gang 16 mit der kleinsten Übersetzung i_g zu. In das Diagramm nach Fig. 3 ist eine willkürliche Beschleunigungslinie 24 des Fahrzeugs eingetragen. Wird das Fahrzeug mit dieser Beschleunigung betrieben, wird während der zugeordneten Mindestverweilzeit Δt_F eine bestimmte Drehzahl-differenz Δn_b des Motors 2 erreicht.

Wird das Getriebe 4 von einer Übersetzung i_g in eine andere geschaltet, wird hierfür eine Schaltzeit Δt_z benötigt. Die Schaltzeit Δt_z hängt bis zu einem gewissen Maß von dem Übersetzungssprung Δi ab, der geschaltet werden soll.

Fig. 4 enthält Schaltzeiten Δt_z für Übersetzungssprünge bis zu vier Gänge bei einem 16-Gangschaltgetriebe 4. Für größere Übersetzungssprünge Δi , die relativ selten vorkommen, nimmt die Schaltzeit Δt_z nicht mehr zu. Ferner unterscheiden sich die Schaltzeiten Δt_z für das Hochschalten, die durch die Linie 26 gekennzeichnet sind, von den Schaltzeiten Δt_z für das Zurückschalten nach der Linie 25 gekennzeichnet sind.

Um die Beschleunigung des Fahrzeugs zu erfassen wird die Geschwindigkeitsänderung oder eine mit dieser zusammenhängende Drehzahländerung im Antriebsstrang gemessen und aus zwei aufeinanderfolgenden Messungen die Beschleunigung a errechnet. Um sicher zu sein, daß eine posi-

tive oder eine negative Beschleunigung a vorliegt, werden eventuell kleine Beschleunigungswerte um Null als Null definiert, d. h. das Fahrzeug bewegt sich in diesem Bereich mit annähernd konstanter Geschwindigkeit. Liegt in einem solchen Fall der Betriebspunkt des Motors 2 im ökonomischen Bereich 18 des Kennfelds, wird nicht geschaltet. Stellt der Mikroprozessor 8 jedoch eine deutlich von Null abweichende Beschleunigung a fest, berechnet er daraus mit der jeweiligen Mindestverweilzeit Δt_F eine Drehzahldifferenz

$$\Delta n_b = i_g / r_{dyn} \cdot \Delta t_F \cdot a \cdot 60 / 2\pi,$$

wobei i_g die Gesamtübersetzung in dem jeweiligen Gang und r_{dyn} der dynamische Halbmesser eines angetriebenen Fahrzeugrads ist. Da das Fahrzeug auch während der Schaltung seine Geschwindigkeit verändert und damit die Motordrehzahl für den neu zu schaltenden Gang entsprechend angepaßt werden muß, errechnet der Mikroprozessor 8 aus der Schaltzeit Δt_z und der während dieser Zeit wirksamen Beschleunigung a eine zusätzliche Drehzahldifferenz Δn_z .

Bei Getrieben 4, die mit Zugkraftunterbrechung geschaltet werden, wirkt während dieser Zeit der Fahrwiderstand auf das Fahrzeug. Die Drehzahldifferenz Δn_z ist

$$\Delta n_z = F_W / m \cdot i_g / r_{dyn} \cdot \Delta t_z \cdot 60 / (2 \cdot \pi).$$

In Abhängigkeit von den Betriebs-, Antriebs- und Fahrparametern 5, 6, 7 ermittelt der Mikroprozessor 8 periodisch den Istbetriebszustand und die Lage des Betriebspunktes im Motorkennfeld. Liegt der Betriebspunkt bei Normalfahrt innerhalb des ökonomischen Fahrbereichs 18, ist keine Schaltung erforderlich. Liegt der gegenwärtige Betriebspunkt außerhalb dieses Fahrbereichs 18, ermittelt der Mikroprozessor eine Schaltdrehzahl n_{sch} . Bei dieser wird das Getriebe 4 hoch- oder zurückgeschaltet je nach dem, ob der Schaltungspunkt auf einer Linie konstanter Leistung rechts oder links von der Fahrlinie 17 liegt.

Fig. 5 zeigt eine Hochschaltung, wenn das Fahrzeug in der Ebene beschleunigt. Zum Zeitpunkt t_1 liegt der Betriebspunkt des Fahrzeugs bei einer Gaspedalstellung von 80% auf der Fahrlinie 17. In der Folge der Beschleunigung a findet sich zum Zeitpunkt t_2 der Betriebspunkt bei einer höheren Motordrehzahl, die sich zum Zeitpunkt t_3 weiter erhöht hat, wobei die Linie der Gaspedalstellung von 80% die obere Begrenzung 20 des ökonomischen Fahrbereichs 18 schneidet.

Ausgehend von der Drehzahl n_F auf der Fahrlinie 17 wird die Schaltdrehzahl n_{sch} ermittelt, indem zur Drehzahl n_F auf der Fahrlinie 17 die Differenz der Drehzahldifferenzen Δn_b und Δn_z hinzugezählt wird

$$n_{sch} = n_F + (\Delta n_b - \Delta n_z)$$

Da sich bei einer Zugkraftunterbrechung die Fahrgeschwindigkeit und damit die Motordrehzahl n um die Drehzahldifferenz Δn_z ändert, soll bei der Schaltung nur die Drehzahldifferenz Δn_b ausgeglichen werden.

Daraus ergibt sich eine Sollübersetzung zu

$$i_{soll} = i_{ist} \cdot n_F / (n_{sch} + \Delta n_z)$$

Zu der errechneten Sollübersetzung i_{soll} wird eine passende Übersetzung i_g gewählt, die geschaltet wird, sobald die Istzahl n_{ist} größer oder gleich wie die zuvor ermittelte Schaltdrehzahl n_{sch} ist.

Anschließend wird der Motor 2 entsprechend seiner Kennfeldcharakteristik auf den neuen Lastbetriebspunkt eingestellt, wobei die neue Motorlaststellung ungefähr

gleich der bisherigen, multipliziert mit dem Verhältnis der bisherigen Übersetzung i_{ist} zur Sollübersetzung i_{soll} ist, sofern eine elektronische Motorlastregelung vorhanden ist.

Fig. 6 zeigt eine Zugrückschaltung. Sie findet statt, wenn sich die Fahrzeuggeschwindigkeit im Zugbetrieb des Motors 2 verkleinert, z. B. wenn das Fahrzeug bergauf fährt. In diesem Fall wird die Beschleunigung a negativ, so daß die daraus resultierende Drehzahldifferenz Δn_b des Motors 2 ebenfalls negativ wird und damit sowohl Δn_b als auch Δn_z negativ sind. Die Differenz der beiden Werte wird also, da negativ, von n_F abgezogen und ergibt n_{sch} . Daraus folgt, daß der zu schaltende Übersetzungssprung Δn_b entsprechen muß. Es muß nun um entsprechende Gangstufen rückgeschaltet werden. Geschaltet wird allerdings erst, wenn die Istzahl n_{ist} die Schaltdrehzahl n_{sch} erreicht, unterschreitet oder eine Grenzbedingung erreicht wird.

Im Schubetrieb, wenn das Antriebsmoment des Motors 2 negativ ist, also bremst, wird bei steigender Geschwindigkeit wie im Normalbetrieb hochgeschaltet. Ist jedoch ein Bremssignal aktiv, wird erst geschaltet, wenn die Istzahl n_{ist} größer oder gleich wie die maximale Motordrehzahl n_{max} ist, und zwar wird nur um eine Gangstufe hochgeschaltet. Aus Sicherheitsgründen wird zweckmäßigerweise ein Sicherheitsabstand von der maximalen Motordrehzahl n_{max} eingehalten.

Sind bei steigender Geschwindigkeit zwei Bremssignale aktiv, z. B. das Signal einer Betriebsbremse und einer Motorbremse und/oder eines Retarders, wird nicht hochgeschaltet. Diese Situation entspricht einer Notsituation, d. h. trotz mehrerer, aktiver Bremsen wird das Fahrzeug schneller. Daher wird nicht hochgeschaltet, selbst wenn der Motor 2 beschädigt wird.

Im Schubetrieb wird bei Verzögerung im allgemeinen wie im Normalbetrieb zurückgeschaltet. Sind ein oder mehrere Bremssignale aktiv, wird wie im Kick-down-Fahrzustand zurückgeschaltet, um eine möglichst gute Bremsleistung durch eine hohe Motordrehzahl zu erhalten. Wenn das Fahrzeug eine Mindestgeschwindigkeit unterschreitet, wird das Anfahrlement aktiviert.

Wenn der Fahrer einen Kick-down-Schalter am Gaspedal betätigt, oder wenn das Lastsignal einen Grenzwert überschreitet, beginnt der Kick-down-Fahrzustand. Der Fahrer wünscht dann die größtmögliche Fahrleistung ab sofort, d. h. große Beschleunigung, höchste Fahrgeschwindigkeit, Schalten über mehrere Gänge, nicht zu häufige Schaltunterbrechungen. Der Motor 2 wird dabei auf der Vollastlinie 14 in der Nähe der Nenndrehzahl n_{Ne} betrieben, ja bis in den Abregelbereich n_{max} , wenn keine Anschlußübersetzung mit einem ausreichenden Zugkraftüberschuß gefunden wird. Die Schaltstrategie im Kick-down-Fahrbereich ist ähnlich wie bei normaler Fahrt, jedoch wird anstelle einer Schaltdrehzahl n_{sch} eine Solldrehzahldifferenz Δn_{soll} bestimmt, die bei einer Zugrückschaltung und Vorliegen eines neuen Kick-down-Signals durch Zurückschalten erreicht werden soll, um nahe an die Nenndrehzahl n_{Ne} des Motors zu kommen.

$$\Delta n_{soll} = n_{ist} - n_{Ne} + \Delta n_z$$

Als Bezugsbasis dient hier also die Nenndrehzahl n_{Ne} , die um die Drehzahldifferenz Δn_z korrigiert wird.

Aus der Gleichung

$$n_{ist} (1 - i_{soll} / i_g) \geq \Delta n_{soll}$$

kann durch ein iteratives Rechenverfahren die neue Übersetzung i_{soll} ermittelt werden.

Befindet sich das Fahrzeug bereits im Kick-down-Fahrzu-

stand und wird beschleunigt, wird als Beschleunigung a die Beschleunigung bei Nenndrehzahl n_{Ne} gewählt und mit dieser Beschleunigung die Drehzahldifferenz Δn_b (siehe oben) berechnet. Ferner wird als Fahrwiderstand der Fahrwiderstand beim Erreichen der Nenndrehzahl ermittelt, so daß sich als Drehzahldifferenz Δn_z ergibt

$$\Delta n_z = F_{wNe} \cdot 1/m \cdot i_g / r_{dyn} \cdot \Delta t_z \cdot 60 / (2 \cdot \pi).$$

Die Schaltdrehzahl n_{sch} wird ausgehend von der Nenndrehzahl n_{Ne} berechnet:

$$n_{sch} = n_{Ne} - \Delta n_z \leq n_{max}.$$

Hochgeschaltet wird, wenn sich für den neuen Gang im Vergleich zur Situation bei Nenndrehzahl n_{Ne} eine Überschußkraft ergibt. Diese ist gleich der Differenz zwischen der Antriebskraft F_{an} minus dem Fahrwiderstand F_w .

Im Kick-down-Fahrbetrieb wird unter Zug zurückgeschaltet, wenn das Fahrzeug verzögert, z. B. bergauf fährt. 20 Hierbei ergibt sich als Solldrehzahldifferenz

$$\Delta n_{soll} = \Delta n_b + \Delta n_z.$$

Die neue Übersetzung i_{soll} wird wieder aus der Gleichung 25

$$n_{ist} \cdot (1 - i_{soll} / i_g) \geq \Delta n_{soll}$$

ermittelt. Der Schaltbereich ist erreicht, wenn $n_{ist} \leq n_{sch}$ ist. Die Schaltdrehzahl n_{sch} wird ausgehend von der Nenndrehzahl n_{Ne} unter Berücksichtigung der Drehzahldifferenzen Δn_b und Δn_z ermittelt, 30

$$n_{sch} = n_{Ne} - \Delta n_z + \Delta n_b.$$

Bezugszeichenliste

- 1 Antriebsstrang
- 2 Motor
- 3 Kupplung/Wandler
- 4 Getriebe
- 5 Betriebsparameter
- 6 Antriebsparameter
- 7 Fahrzeugparameter
- 8 Mikroprozessor
- 9 Stellglieder für den Motor
- 10 Stellglieder für die Kupplung
- 11 Stellglieder für das Getriebe
- 12 Betriebsbereich des Motors
- 13 Linie der maximalen Motordrehzahl
- 14 Linie der maximalen Leistung
- 15 Linie der minimalen Motordrehzahl
- 16 Schubleistungslinie
- 17 Fahrlinie
- 18 ökonomischer Fahrbereich
- 19 untere Begrenzung des ökonomischen Fahrbereichs
- 20 obere Begrenzung des ökonomischen Fahrbereichs
- 21 Linie gleichen spezifischen Kraftstoffverbrauchs
- 22 Linie gleicher Fahrpedalstellung
- 23 Drehzahl bei Nennleistung
- 24 Beschleunigungslinie
- 25 Schaltzeitlinie für Rückschalten
- 26 Schaltzeitlinie für Hochschalten
- a Beschleunigung des Fahrzeugs
- F_{an} Antriebskraft
- F_w Fahrwiderstand
- F_{wNe} Fahrwiderstand bei Nenndrehzahl

i_g Gesamtübersetzung im jeweiligen Gang

i_{ist} geschaltete Übersetzung (gesamt)

i_{soll} zu schaltende Übersetzung (gesamt)

m Fahrzeugmasse

5 n Motordrehzahl

n_{ist} momentane Drehzahl

n_{max} maximale Drehzahl

n_{min} minimale Drehzahl

n_{Ne} Nenndrehzahl

10 n_{sch} Schaltdrehzahl zu Beginn einer Schaltung

Δn_b Drehzahländerung während der Verweilzeit

Δn_z während der Schaltzeit

Δn_{soll} Solldrehzahldifferenz

t_1, t_2, t_3 Zeitpunkt

15 t_{sch} Schaltzeitpunkt

Δt_F Verweilzeit

Δt_z Schaltzeit

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Auswerten von Fahrzeug-, Antriebs- und Betriebsparametern (5, 6, 7) eines Fahrzeugs, um eine Übersetzung eines Getriebes (4) nach vorgegebenen Rechenregeln, Kenngrößen oder Kennfeldern mittels eines Mikroprozessors (8) auszuwählen und einzustellen, wobei aus der Änderung einer der Fahrgeschwindigkeit entsprechenden Drehzahl eines Antriebsstrangs (1) mit einem Motor (2) und dem Getriebe (4) eine Beschleunigung (a) des Fahrzeugs rechnerisch ermittelt wird, **gekennzeichnet durch folgende Merkmale:**

- jeder Übersetzung (i_G) ist eine Mindestverweilzeit (Δt_F) zugeordnet, während der die Übersetzung (i_G) nicht verstellt wird,
- jedem Übersetzungssprung (Δi_G) ist eine Verstellzeit (Δt_z) zugeordnet, die durchschnittlich erforderlich ist, um das Getriebe um einen Übersetzungssprung (Δi_G) zu verstellen,
- aus der Verweilzeit (Δt_F) und der Verstellzeit (Δt_z) werden unter Berücksichtigung der Fahrzeugbeschleunigung (a) Drehzahländerungen ($\Delta n_b, \Delta n_z$) des Motors (2) während dieser Zeiten errechnet,
- mit den Drehzahländerungen ($\Delta n_b, \Delta n_z$) wird ausgehend von einer Drehzahl (n_F) auf einer Fahrlinie (17) bei gleicher Leistung (P) und optimalem spezifischem Kraftstoffverbrauch eine Schaltdrehzahl (n_{sch}) bestimmt, die zwischen einem ökonomischen Fahrbereich (18) und den maximal bzw. minimal zulässigen Drehzahlen liegt, und
- eine Sollübersetzung (i_{soll}) wird aus einer Istübersetzung (i_{ist}) multipliziert mit dem Verhältnis der Drehzahl (n_F) auf der Fahrlinie (17) zur Schaltdrehzahl (n_{sch}) berechnet und ein möglicher Übersetzungssprung (Δi_G) ausgewählt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweilzeit (Δt_F) entsprechend unterschiedlicher Fahrzustände mit vorgegebenen oder adaptiven Faktoren multipliziert wird.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzustände Kick-down-Hochschalten, Kick-down-Rückschalten, Last-Hochschalten, Last-Rückschalten, Schub-Hochschalten, Schub-Rückschalten und Schalten mit Bremsbetätigung sind.

4. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ausgewählte Übersetzungssprung (Δi_G) geschaltet wird, wenn die Istübersetzung (i_{ist}) die ermittelte Schaltdrehzahl (n_{sch})

überschreitet oder die minimale oder maximale Betriebsdrehzahl erreicht.

5. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswahl der Sollübersetzung (i_{soll}) erst gestartet wird, wenn der Motorbetriebspunkt nicht mehr innerhalb des ökonomischen Fahrbereichs (18) liegt. 5

6. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Schubbetrieb nicht hochgeschaltet wird, wenn mehrere Bremssignale aktiv sind. 10

7. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Schubbetrieb zurückgeschaltet wird, wenn mehrere Bremssignale aktiv sind und die Drehzahl des Motors (2) kleiner der Nenndrehzahl (n_{Ne}) des Motors ist, es sei denn, der Motor läßt eine überhöhte Schubdrehzahl zu. 15

8. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sollzahlendifferenz (Δn_{soll}) aus der Istzahl (n_{ist}) und der Nenndrehzahl (n_{Ne}) unter Berücksichtigung der Drehzahländerung (Δn_z) während der Schaltzeit (Δt_z) gebildet und die neue Übersetzung (i_{soll}) aus der Beziehung $n_{\text{ist}} \cdot (1 - i_{\text{soll}}/i_g) \geq \Delta n_{\text{soll}}$ berechnet wird, sobald ein Kickdownschalter zu Beginn eines Kick-down-Fahrzustands betätigt wird oder ein entsprechendes Lastsignal ansteht und die Istzahl (n_{ist}) kleiner als die Nenndrehzahl (n_{Ne}) ist. 20

9. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Beschleunigung (a) größer als Null und einer Istzahl (n_{ist}) größer oder gleich wie die Nenndrehzahl (n_{Ne}) als Beschleunigungswert die Beschleunigung bei der Nenndrehzahl (n_{Ne}) gespeichert und die Schaltdrehzahl (n_{sch}) auf die Nenndrehzahl (n_{Ne}) bezogen wird. 25 30 35

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

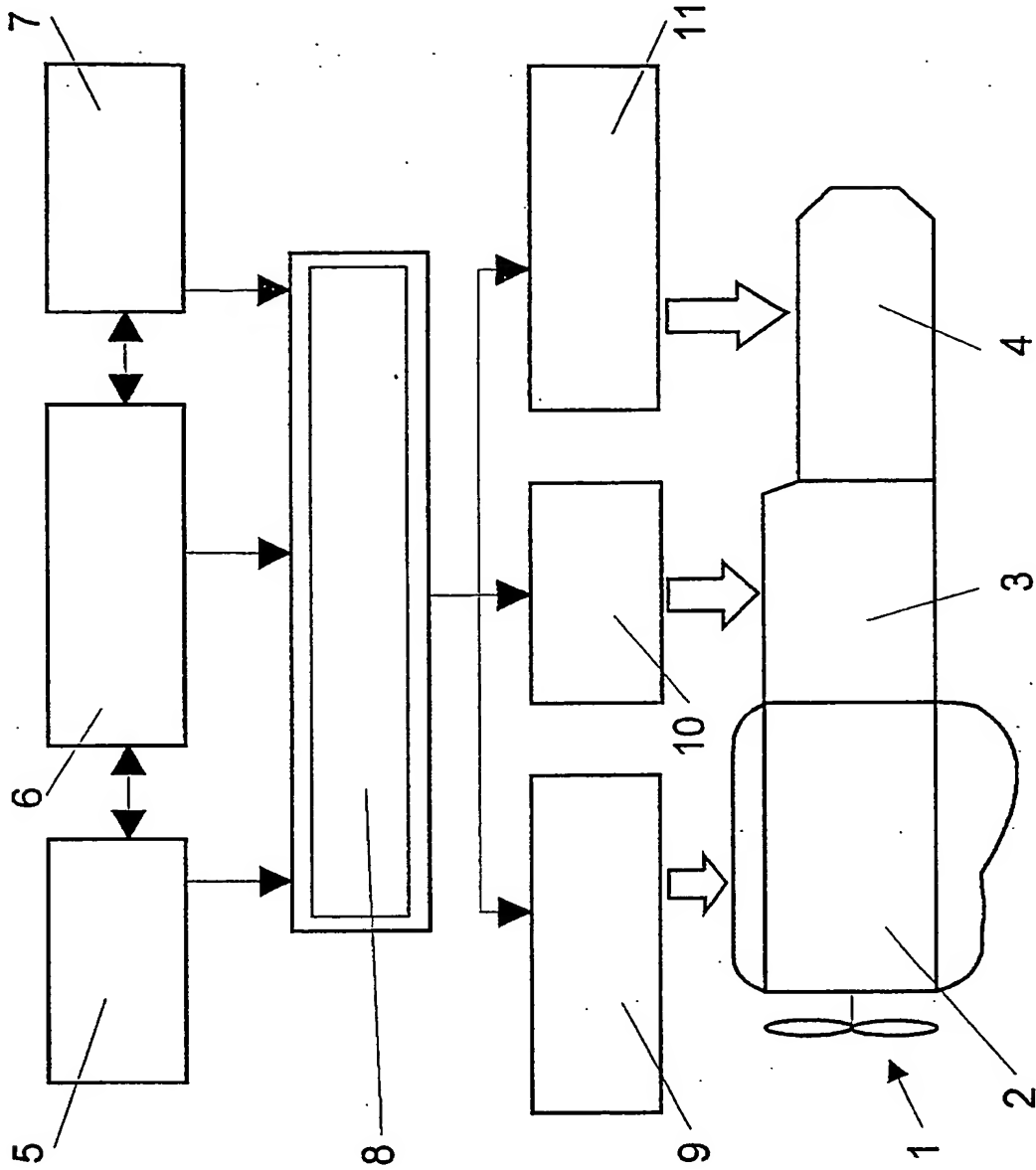
55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 1



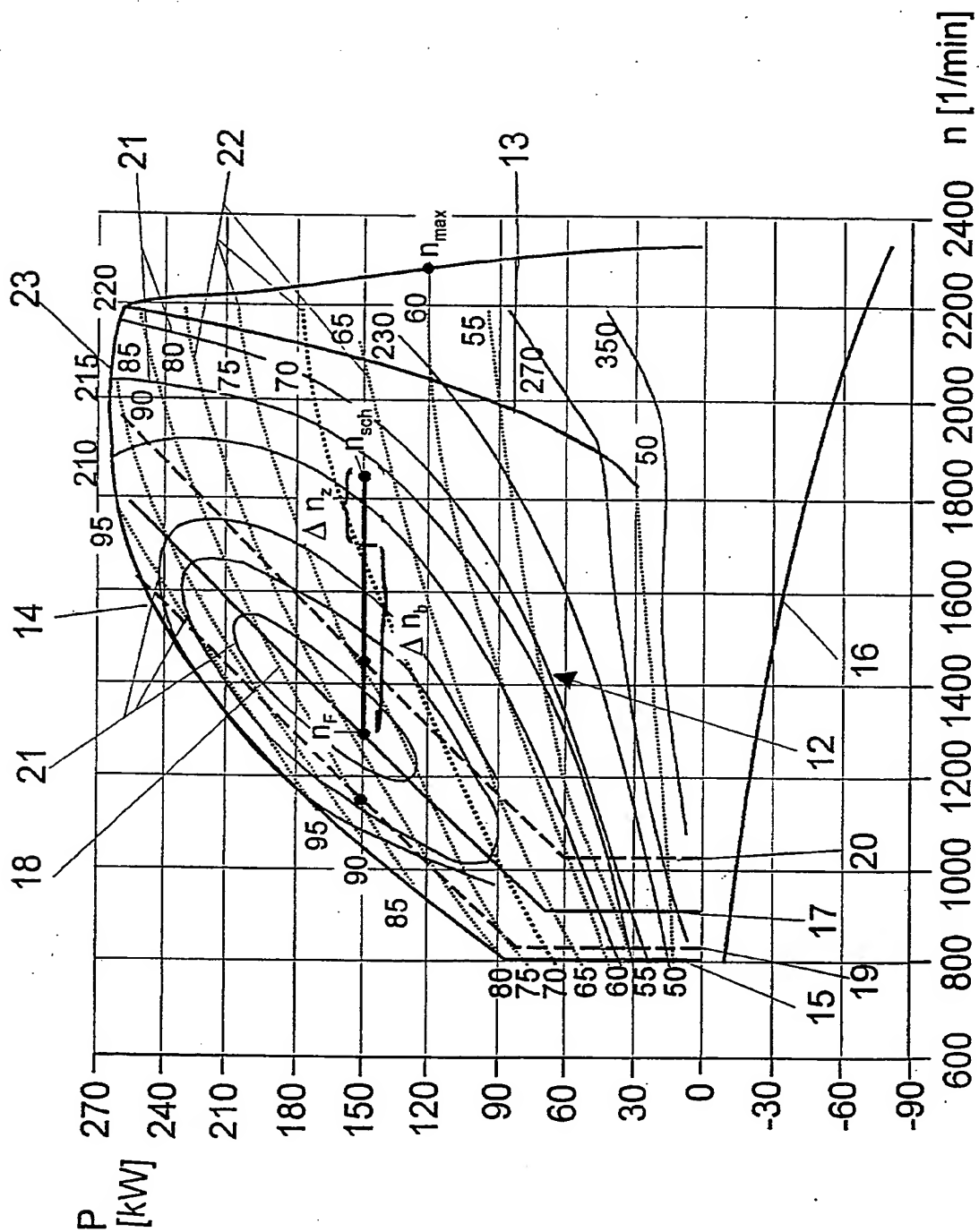
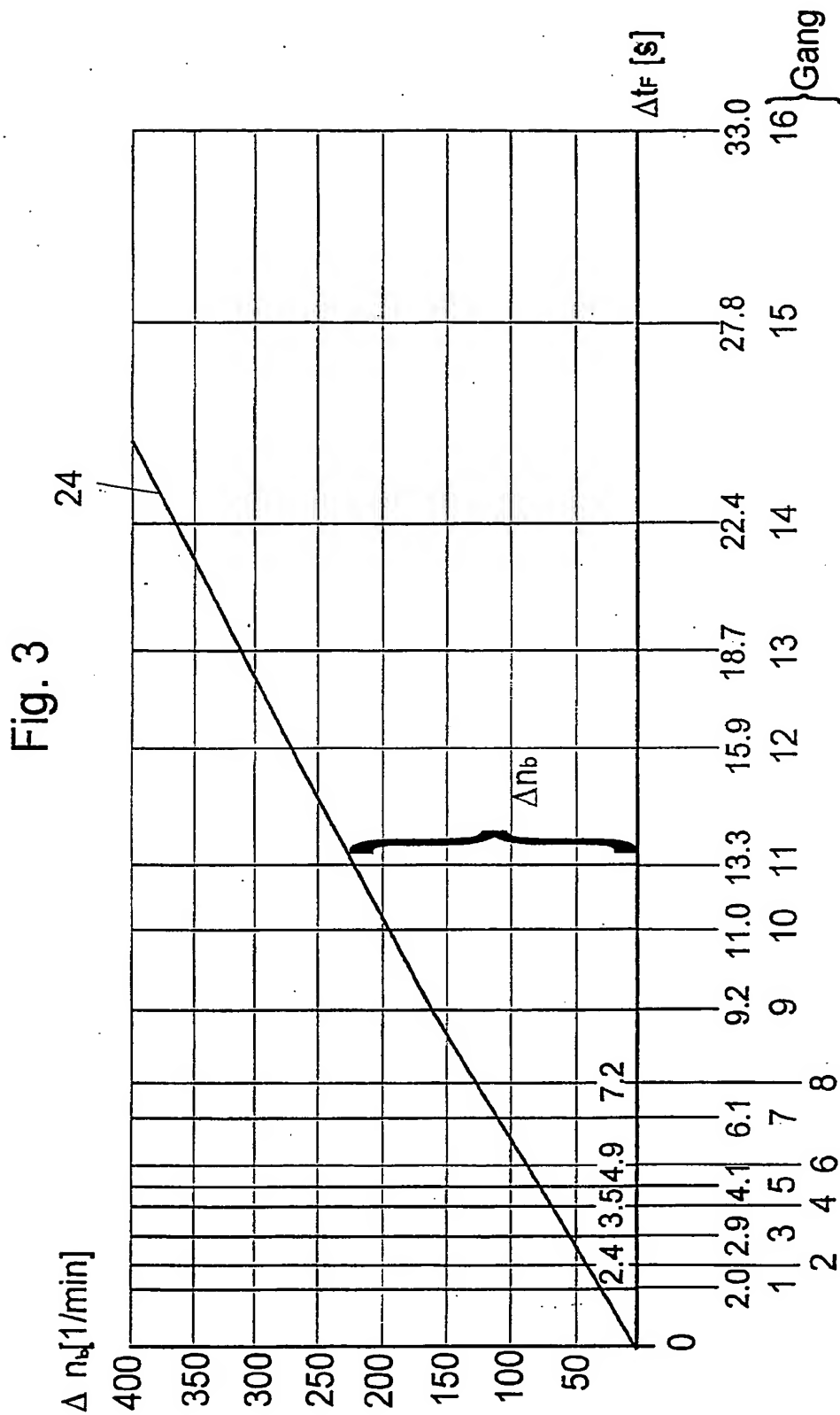


Fig. 2



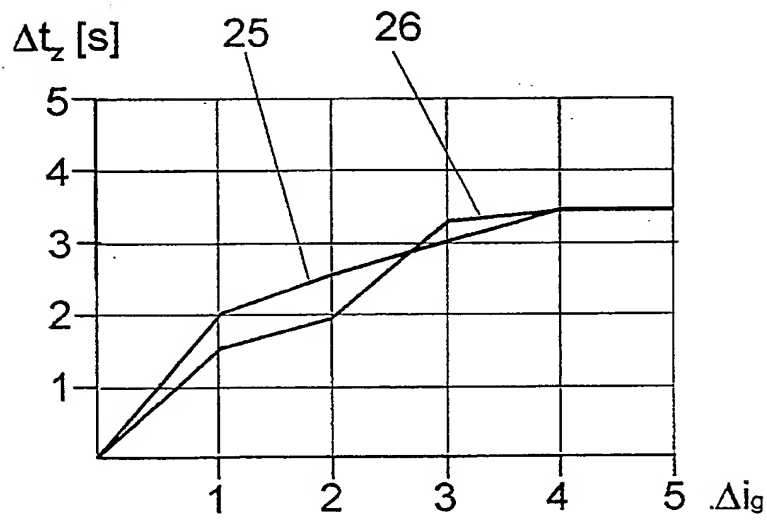


Fig. 4

Fig. 5

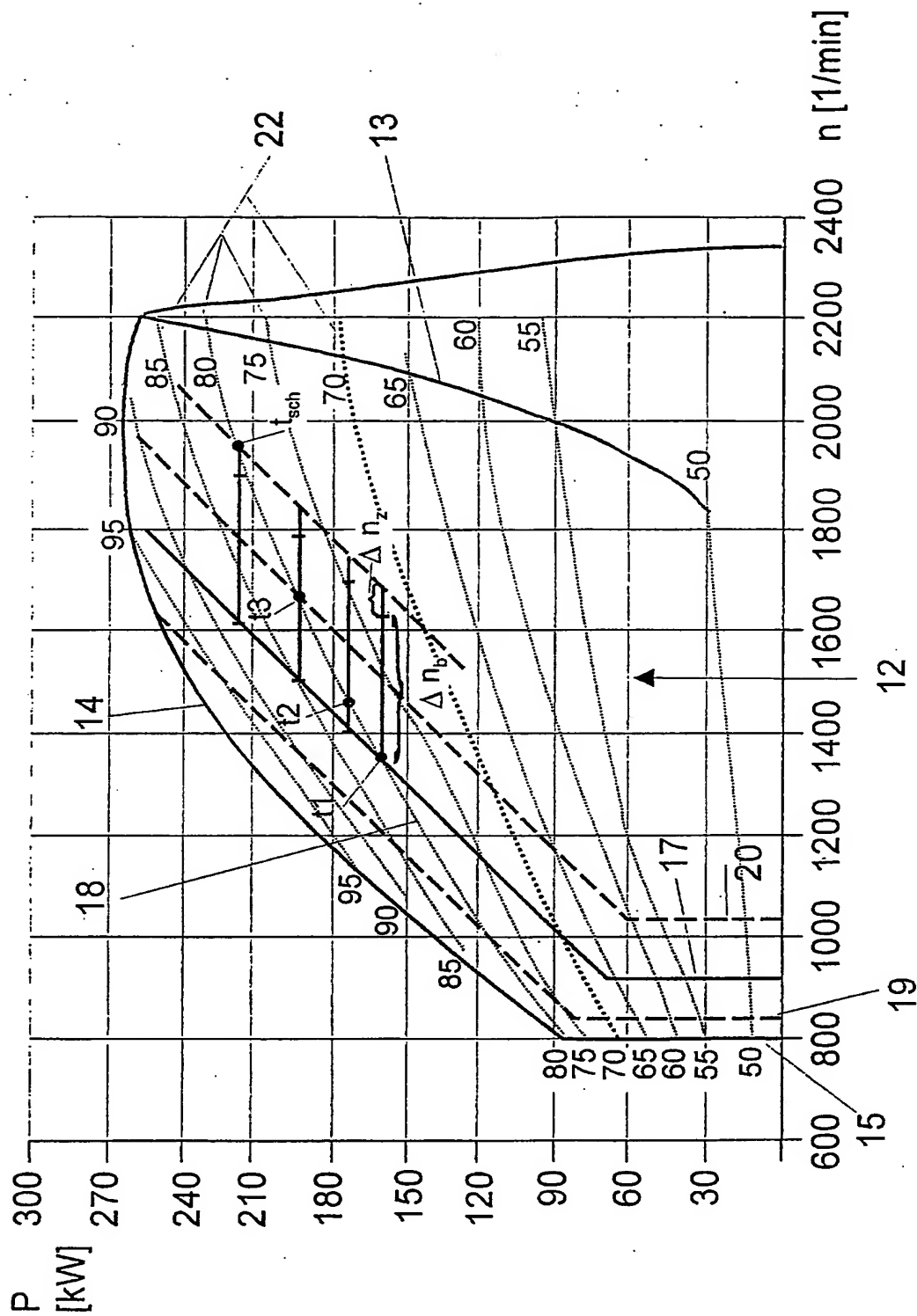
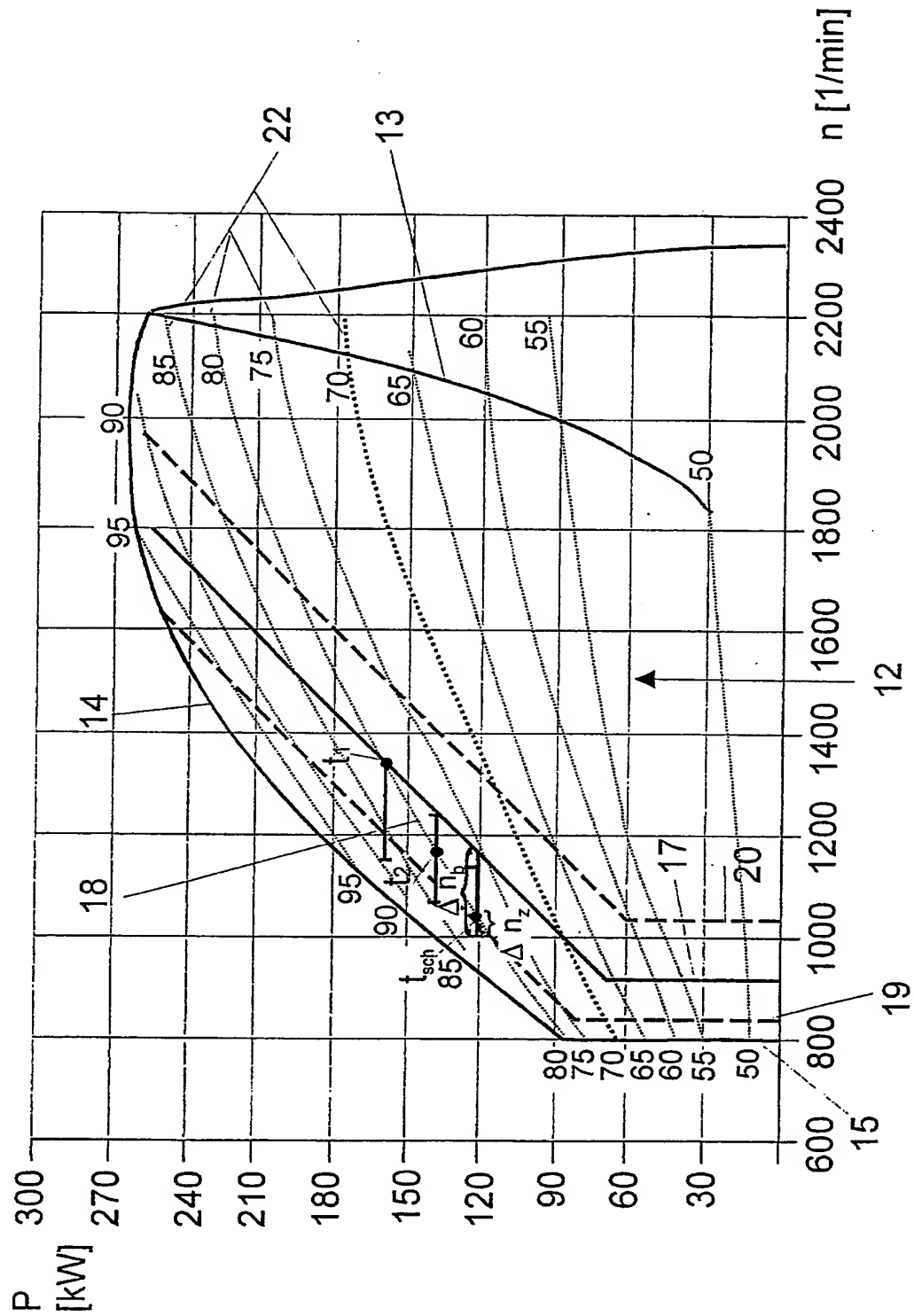


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)